

SZOTE I. Belgyógyászati Klinika és JÁTE Matematika Alapjai és
Számítástechnikai Tanszék

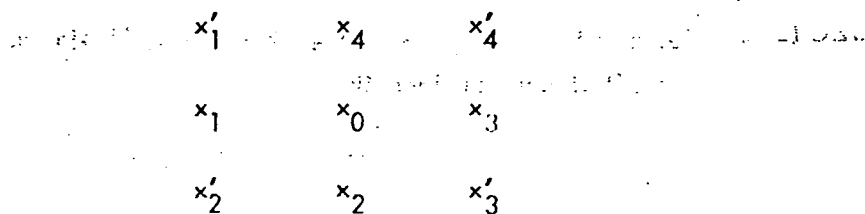
Májszcintigrammok szintvonalas és térbeli ábrázolása

Csernay László és Csirik János

Az általunk használt szcintigráf, hasonlóan az egyéb gyártmányú mozgó-detektoros készülékekhez, pontról-pontra történő információ begyűjtéssel és ezzel egyidőben, pontról-pontra történő képalkotással működik. A megjelenítéshez használt technikai megoldástól (foto, dot) a képpontok ábrázolásához felhasznált jelszimbólumoktól (vonalsűrűség, számok, jelalakok) függetlenül, az elkészült képen az azonos aktivitású területek felismerése nehézkes, hiszen az értékelőnek ezeket a területeket meg kell keresnie, képzeletben össze kell kötnie. Kézenfekvő az a gondolat, hogy az azonos aktivitású területek görbékkel történő megjelenítésével segítsük a kiértékelés munkáját. A vizsgálattal egyidőben az izointenzitás görbék ábrázolása technikailag megoldhatatlan, csak az adatok későbbi feldolgozásával valósítható meg.

Munkánk kezdetéig a magyar gyártmányú szcintigráf mérési izointenzitás görbék kirajzolását nem oldották meg. Ezért célul tűztük ki, hogy a Scintikart-Numerik mérési adatainak izointenzitás görbék formájában történő megjelenítésére számítógépes programot dolgozzunk ki.

Digitális mérési adatokból álló képmátrix izointenzitás görbéinek megrajzolását biztosító algoritmus ismert (1,2). Az algoritmus lényege a következő: a tetszőleges szinthez tartozó izointenzitás vonal (vonalak) megrajzolásához először a megfelelő arányú levonást véghezvük el. Ezután a negatívvá vált elemeket nullázzuk. A szigorúan pozitív elemek alkotják a megfelelő szinthez tartozó képünket. Ezen elemek közül határelemnek nevezzük azokat, amelynek négy szomszédja között van 0 is, és pozitív elem is. Tegyük fel ezután, hogy képünknek valamelyik határelemét megtaláltuk. Az előzőek szerint nulla utáni pozitív szám ilyen határelemet jelent. Jelöljük ezt az elemet x_0 -al, környezeti elemeit pedig a következőképpen:



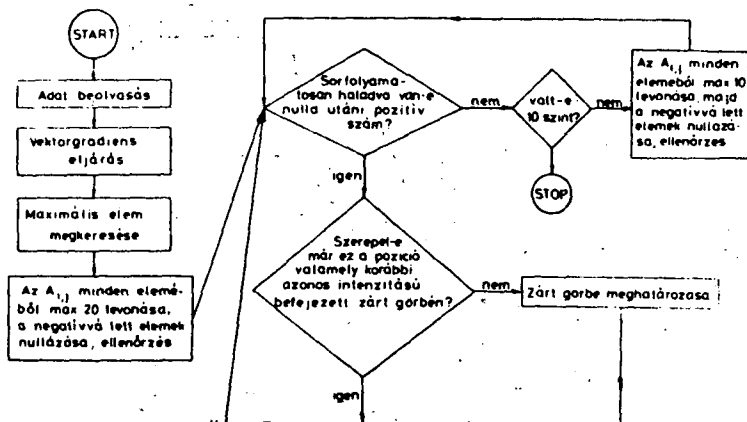
A következőkben mindig ugyanazon pozicióról (pl. x_1 -ről) indulva a következő határelem kiválasztásához az x_1 , x_2 , x_4 közül az első olyan adatot válasszuk, amely a képhez tartozik. Ha ezt a pontot x_k -val jelöljük, akkor következő határelemnek x_k -t tekintjük, ha az eleme a képnek. (Blokksémánk szerint abban az esetben, ha ez az érték pozitív). Ha ez a pont nem eleme a képnek, válasszuk x_k -t. Ezután ezt az x_k -t x_0 -nak véve folyamatosan folytatjuk az eljárást.

Rosenfeld bebizonyította, hogy egyszerűen összefüggő képek esetében a fenti eljárás mindig zárt görbét eredményez. Egy-egy ilyen zárt görbe meghatározása után a kapott pontok x - y koordináta értékeit lyukszalagon adjuk ki. Többszörösen összefüggő kép esetén az említett eljárással zárt görbét nem kapnánk, a képnek a többszörösen összefüggő szakaszon 1 elem szélességű és legalább 2 elem hosszúságú részei is vannak. A programban ezért e területeket ellenőrizzük, s ha ilyenek előfordulnak az adatmátrixon, a zárt görbe meghatározása érdekében nullázzuk őket. Nem rajzoljuk ki a háromnál kevesebb elemet tartalmazó izolált részeket sem.

Minden izointenzitás szint megrajzolása előtt az említett két feltételt ellenőrizzük. Az ellenőrzés után a kidolgozott program több zárt görbét is kiadhat ugyanazon szinten. Gyakorlatban ez akkor fordul elő, ha egy adott intenzitású szintvonalon belül hasonló intenzitású terület helyezkedik el nagyobb aktivitású környezetben. Ezt látjuk egy szerv belsejében előforduló csökkent aktivitású, általában kóros terület esetén.

A program elvileg tetszés szerint választott számú izointenzitás görbét határoz meg. Tulságosan sok szint kirajzoltatása azonban a kép megítélését nehezíti, s ennek következményeképpen az elváltozások felismerését hátrányosan befolyásolhatja. Ezért mi 10 szint (10 %-os aktivitás különbségek) meghatározását tartottuk a klinikai gyakorlat számára optimálisnak.

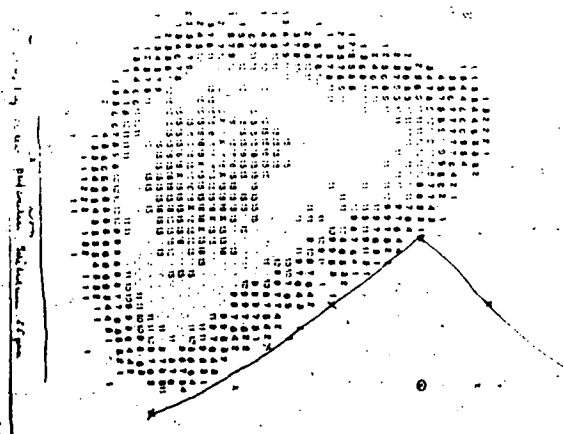
Kidolgozott programunk blokksémáját az 1. ábrán tüntettük fel. Átlagos máj nagyság esetén a program gépi futásideje: 6-10 perc között mozog. A nyolccsatornás lyukszalagnak többszintű kirajzoltatása 7-8 percet igényel.



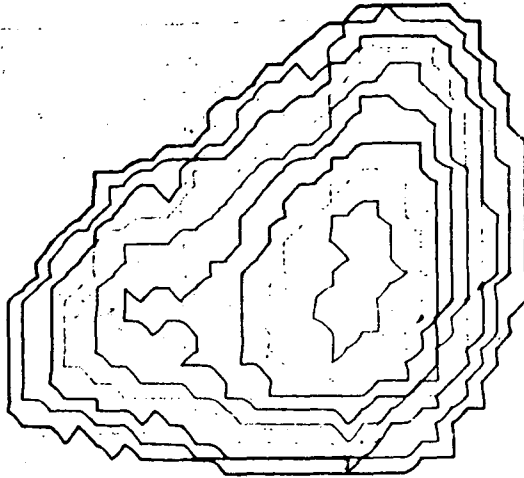
1. fibra

Klinikai értékelés

A 2. és 3. ábrákon egy betegünk eredeti szcintigráfias felvételét és az ismertetett eljárással készített izointenzitációs görbékből álló képét mutatjuk be. A primér felvételt a kiértékeléskor normálisnak véleményeztük. A vizsgált eset klinikai diagnózisa (endogén depresszió), egyértelműen normális májfunkciós próbái alapján a vizsgált májat strukturálisan épnek tekinthetjük.



2. obra

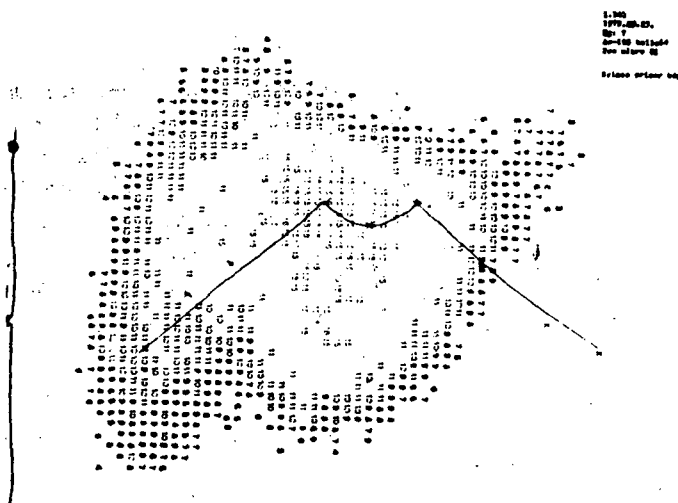


3. ábra

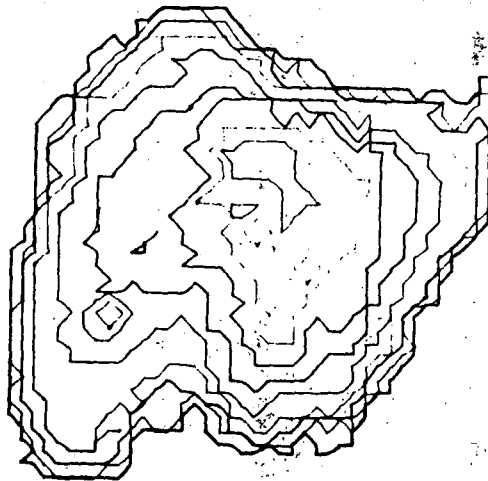
Ugyanezen mérési eredményekből megrajzolt izointenzitás görbék szintén szabályos elrendeződést mutatnak. A felvételen a szintvonalak zárt görbékben állnak, a vonalak egymástól való távolsága egyenletes, nagyobb megtöretés vagy belső göb a képen nem figyelhető meg. A máj alakja jól kirajzolódik, nem torzított. Előnyt jelent, hogy a máj lebenyek térbeli formáját is elképzelhetjük. Az eredeti felvételen a kevesebb színváltás miatt, csak három-négy szint ismerhető fel könnyen, a különböző szincsoportokon belül a változó számok összefüggése nehéz, egyidejűleg lehetetlen.

A görbéken helyenként látható szöglettörések az eredeti mátrix relatív kicsinységével magyarázható. A matematikai eljárás megváltoztatás nélkül, jóval simább, törések nélküli ábrázolást lehet elérni, több mérési pont analizisével. (A 32×32 helyett 64×64 vagy 128×128 képelem esetén.) Mátrixunk nagyságát az alkalmazott mérőkészülék legkisebb lépéstávolsága (5 mm) azonban determinálja.

A 4. és 5. ábrákon cholecysta carcinomás betegünk primér és izointenzitás görbékből álló felvételét mutatjuk be. A vizsgálat 3 héttel az exitus előtt történt. A szekciónál a körülbelül körtényi nagyságu, tumorosan infiltrált cholecysta mellett a máj jobb lebenyének alsó részében kb. ökölnyi, a jobb lebeny felső részében több, magyarázó tumorszövetet (metastasisok) találtak. A primér képen a kifejezetten megnagyobbodott máj alsó szélén kb. az epehólyagágnak megfelelő helyen elhelyezkedő ékalaku aktivitás-csökkenés jól felismerhető. A jobb lebeny alsó részén a kolloid dusulás erősen csökkent, az aktivitás jelentős része a bal lebeny közepén helyezkedik el.



4. ábra



5. ábra

A szintvonalas képen az elváltozások még kifejezettebben láthatók. Az alsó kontur behozódása mellett szembeütő, hogy az aktivitás maximuma a középvonaltól balra helyezett. A jobb lebenyben széles plátó képződés figyelhető meg, a lebeny alsó részén a plátó képződésen kívül belső göb helyezkedik el. Az aktivitás ezen a területen tehát a környezet szintje alá süllyedt, ez csak az e területen elhelyezkedő, jelentős kiterjedésű térszűkítő folyamattal magyarázható.

A bemutatott esetek klinikai analízise alapján a kidolgozott számítógépes programot rutinszerű alkalmazás céljára megfelelően tartjuk.

Térbeli ábrázolás

Az izointenzitás görbékhez hasonlóan, a mozgó-detektoros szcintigráfnál a vizsgálattal egyidőben térbeli ábrázolást megvalósítani nem lehet. A vizsgálatok alkalmával háromdimenziós szervek leképezésére kerül sor, a kapott eredmény azonban mindig kétdimenziós vetület. A szerv térbeli képét a kijelzett aktivitás-különbségek alapján tudatunkban kell rekonstruálnunk. Minden olyan ábrázolási megoldás, amely a vizsgálatot a tudati rekonstrukciótól tehermentesíti, segíti a képek megítélését, az értékelés munkáját. A mért adatok számítógépes feldolgozásával valósítottuk meg a szcintigrammok térbeli, háromdimenziós ábrázolását.

A térhatású kép elkészítéséhez a kapott és a vektorgradiens módszerrel statisztikusan simított impulzus mátrixot állandó méretű (54×54) mátrix közepébe helyeztük el, amelynek egyik csúcsa egy háromdimenziós, derékszögű, euklideszi koordináta-rendszer origója. A mátrix nulla elemei az x, y síkban x, y sikkal 45° -os szöget bezáró vetítést hajtunk végre. Ahhoz, hogy a vetített kép a rendelkezésre álló mátrixban elférjen, a mért impulzus számokat normálnunk kellett. Ezt úgy végeztük el, hogy a normált beütésszám 0-tól $4/5 N$ -ig terjedjen (ahol N a mátrix sorainak száma). Ha az így kapott mátrix i -edik sorának j -edik elemét a_{ij} -vel jelöljük, úgy az a_{ij} -hez a következő koordinátákat feleltethetjük meg:

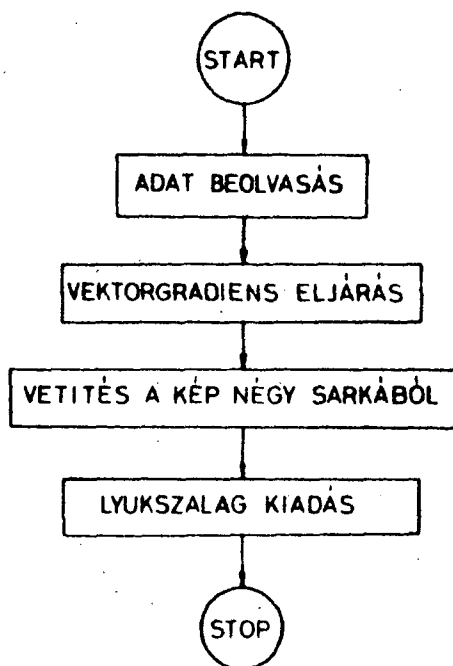
$$x = 1 + A_{ij}$$

$$y = 2x + j - 3$$

Az így kapott pontokat sorfolytonosan összekötve kapjuk a szcintigráfias kép háromdimenziós megfelelőjét.

A programban konturozást is végzünk, vagyis a már meghúzott vonalakkal eltakart részeket nem rajzoltatjuk ki. A mérési eredményeket a mátrixnak, mind a négy sarkából nézve hasonló módon dolgozzuk fel, a kapott pontok koordináta-értékeit nyolcsatornás analizátoron adjuk ki. A lyukszalag adatokat sokcsatornás analizátor és x, y író segítségével, egyszínű fekete tinta használatával rajzoljuk ki. A négy egymás melletti kép a vizsgált szerv 45° -os szögből látott térhatású képet adja a szerv négy sarka felől nézve.

Programunk blokk-sémáját a 6. ábrán mutatjuk be. Gépi futás-
idő: kb. 14-16 perc, a képek kirajzoltatásához szükséges idő képenként 15 perc.



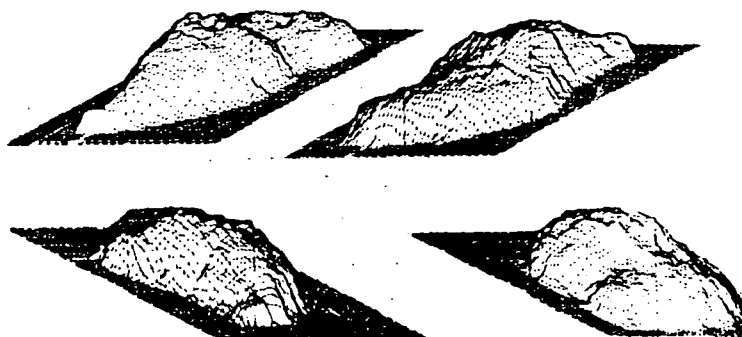
6. ábra

Klinikai értékelés

A 7. és 8. ábrákon arról a két betegről készített háromdimenziós képeket mutatjuk be, akiknek a primér és izointenzitás görbéinek felvételeit már az előbbi ábrákon láthattuk.



7. ábra



8. ábra

A háromdimenziós képeken a vizsgált májak alakja, a lebenyek egymáshoz viszonyított nagysága és aktivitást dúsító képessége jól megítélhető. A négy irányból készített képek lehetővé teszik, hogy a májat mintegy körbe nézzük, így nem marad olyan terület, amely figyelmünket elkerülné.

A 8. ábrán a már bemutatott cholecysta carcinomás beteg felvételét láthatjuk. Az előző felvételekkel szemben megfigyelhető, hogy az aktivitás zöme a bal lebenyben dúsul. Különösen kifejezett ez az elváltozás azon a felvételeken, ahol a vetítés a jobb lebeny felől történt. A jobb lebenyben viszonylag alacsonyabb plátó figyelhető meg. A jobb lebeny alsó és középső részén elhelyezkedő nagyobb hidegebb göbnek megfelelően ezen a plátón belül még behuzódások is láthatók. Az alsó szél felől történt vetítéseknél a cholecystának megfelelő behuzódást figyelhetünk meg. Az egészséges májakhoz viszonyítva az elváltozások igen kifejezettek, a megítélést a háromdimenziós ábrázolás mód elősegíti.

A bemutatott esetek analízise alapján a térbeli megjelenítés céljára kidolgozott számítógépes program rutinszerű alkalmazását hasznosnak tartjuk.

I r o d a l o m

1. ROSENFELD L.: Picture processing by computer
Academic Press. New York. 1969.
2. ROSENFELD L.: Connectivity in digital pictures.
J.Ass. for Comp. Machinery 17, 146, 1970.